

Investigación en Innovación Educativa

Ángel Hernández García
Universidad Politécnica de Madrid
angel.hernandez@upm.es



Congreso Universitario de Innovación
Educativa en las Enseñanzas Técnicas

Puerto Real, Cádiz. 21- 23 de Septiembre de 2016

Escuela Superior de Ingeniería



NOTA: Esta presentación fue creada originalmente y empleada para la impartición de la ponencia "Investigación en Innovación Educativa" en CUIEET 2016. La presentación tiene una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Algunos de los contenidos gráficos pueden estar sujetos a derechos de autor. Gran parte del material es una adaptación personal del autor de la presente obra, bajo permiso del autor original, de *The Research Methods Knowledge Base*. Para más información al respecto puede visitar <http://www.socialresearchmethods.net/kb>. Si bien la licencia de esta presentación permite su uso y adaptación con fines no comerciales, siempre que se utilice la misma licencia de esta obra, se recomienda solicitar el permiso de uso de la *Knowledge Base* al autor original, William M.K. Trochim (https://cornell.qualtrics.com/SE/7SID=SV_e9T9VQ15cEXxOAY).

La forma apropiada de referenciar ambas obras es la siguiente:

Hernández-García, Á. (2016). Investigación en Innovación Educativa. 24ª edición del Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (XXIV CUIEET). Cádiz, 21-23 de septiembre de 2016.

Trochim, William M. (2006). *The Research Methods Knowledge Base*, 2nd Edition. Disponible en línea: <http://www.socialresearchmethods.net/kb>.



Field, A. (2013). *Discovering Statistics using IBM SPSS Statistics*, 4th Edition. Sage.

Hair Jr., J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. (2010). *Multivariate Data Analysis*, 7th Edition. Pearson.

Trochim, W. (2007). *The Research Methods Knowledge Base*, 3rd Edition. Cengage Learning.

¿Investigación en Innovación Educativa?




Imagen: www.timeandwatches.com

¿De qué hablaremos?

- Aproximación científica a la Innovación Educativa
- Fundamentos básicos de metodología
- Buenas prácticas en investigación aplicada a IE
- Objetivo: ¿Aprender algo?

Imagen: www.wallpaperhd.pk



¿De qué no hablaremos?

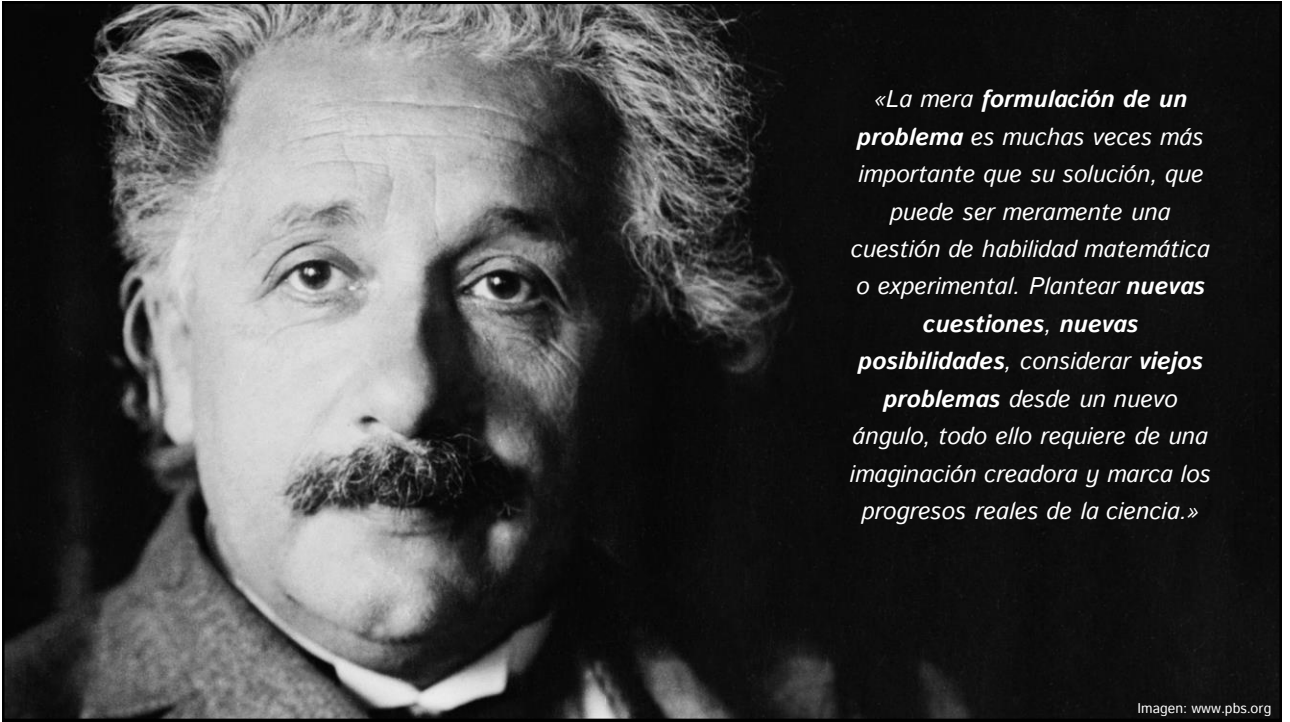
Prácticamente... de casi todo lo demás



Práctica

Teoría





«La mera **formulación de un problema** es muchas veces más importante que su solución, que puede ser meramente una cuestión de habilidad matemática o experimental. Plantear **nuevas cuestiones, nuevas posibilidades, considerar viejos problemas** desde un nuevo ángulo, todo ello requiere de una imaginación creadora y marca los progresos reales de la ciencia.»

Imagen: www.pbs.org



Imagen: www.lifestylealcuadrado.com

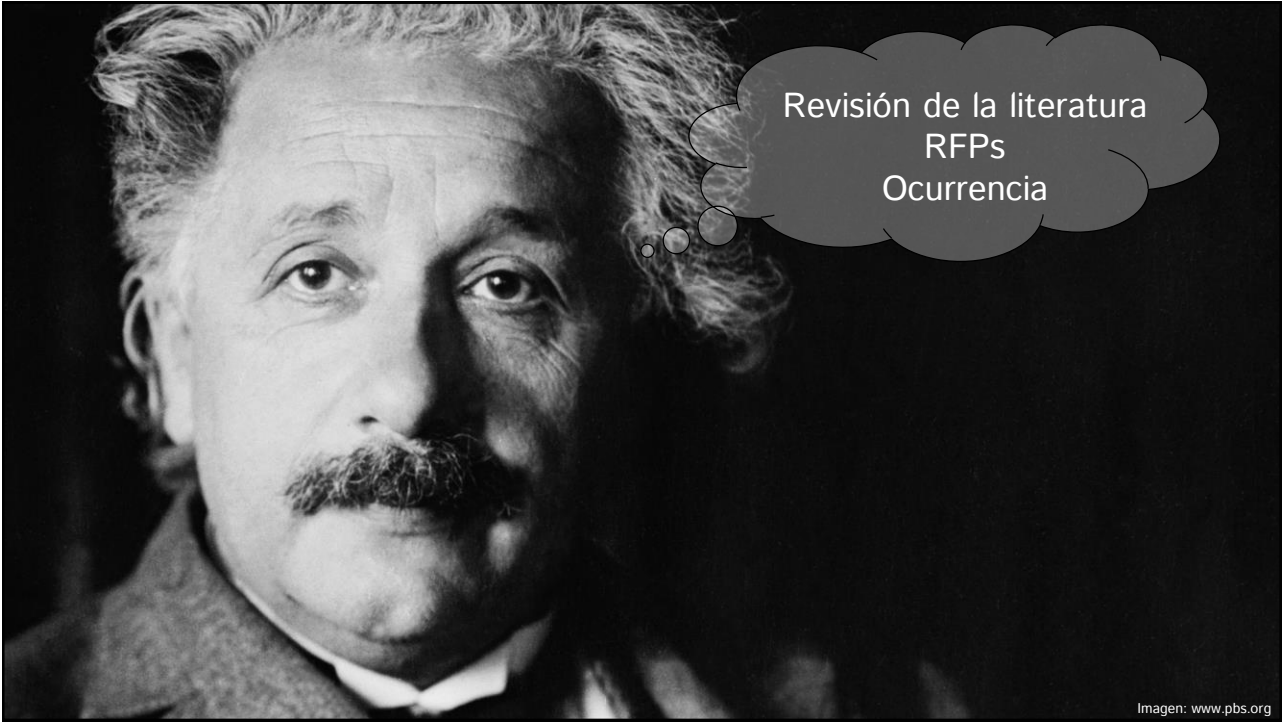
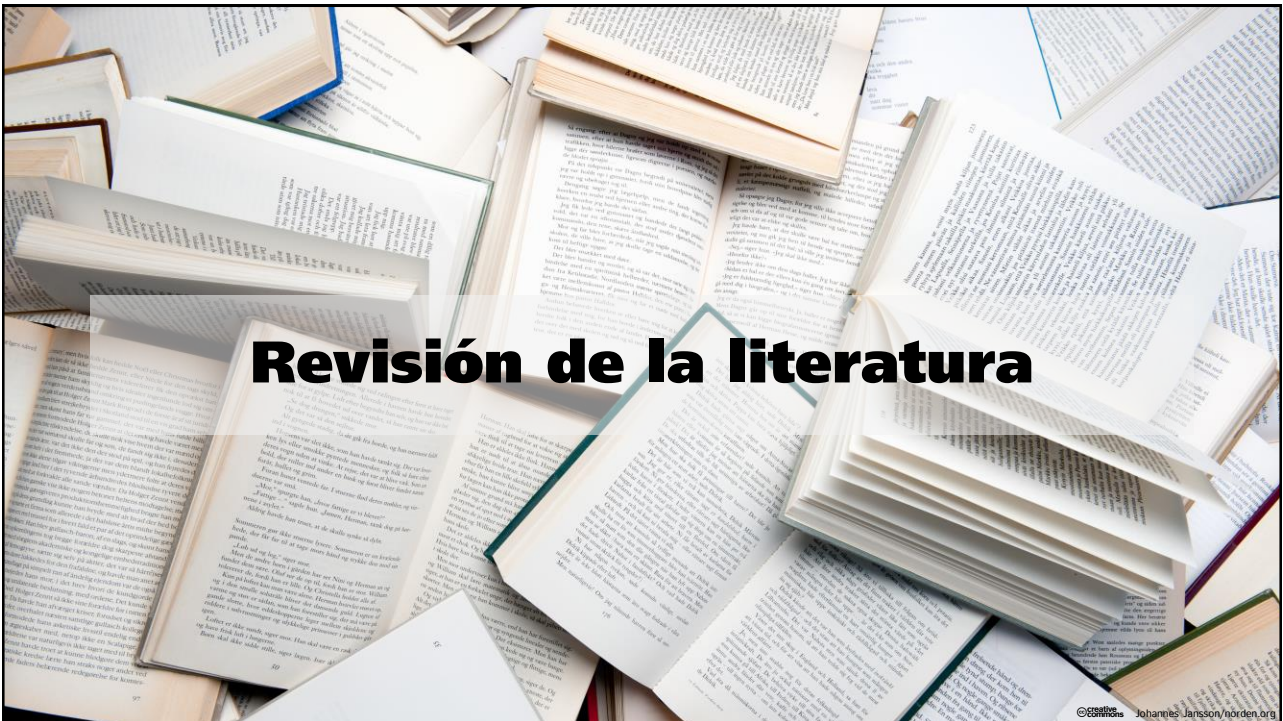


Imagen: www.pbs.org



©Creative Commons Johannes Jansson/norden.org

Tres tipos de preguntas

Descriptivas

Relacionales

Causales

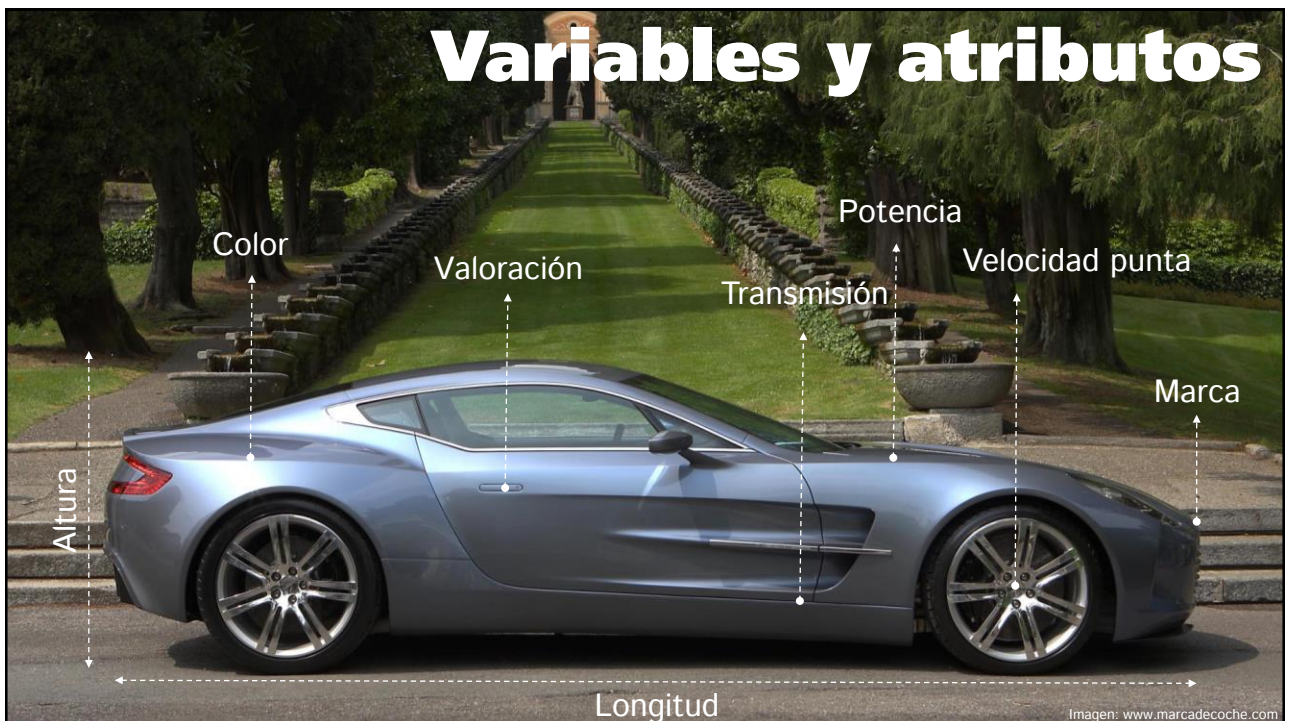
Imagen: reviewproductnetwork.tk

Transversal

Longitudinal

Medidas repetidas
Series temporales

Imagen: siglo-cero.com



Dependiente

Independiente

Exhaustiva
Excluyente

Manipulable
Natural

Efecto
Resultado

Hipótesis

H_0 vs. H_1

Excluyentes
Comprobables



Una relación es una correspondencia entre variables



Imagen: www.pptbackgroundtemplates.com

Correlacional
Causal
Asimétrica
Sin relación

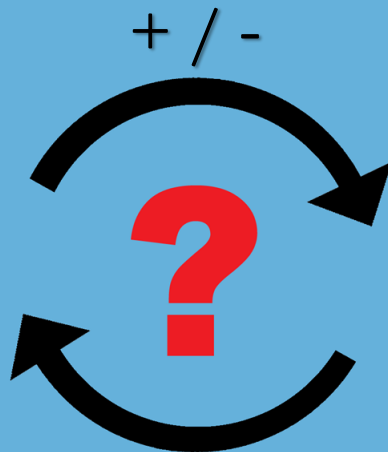
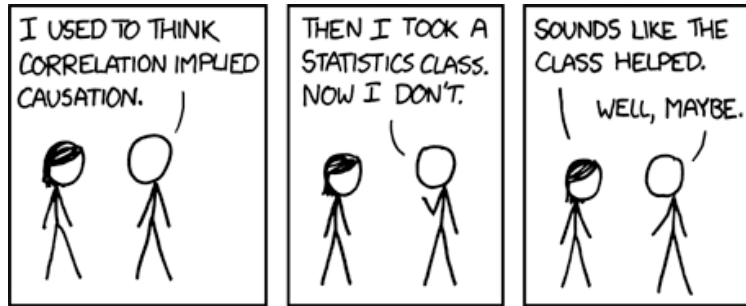


Imagen: clopinet.com

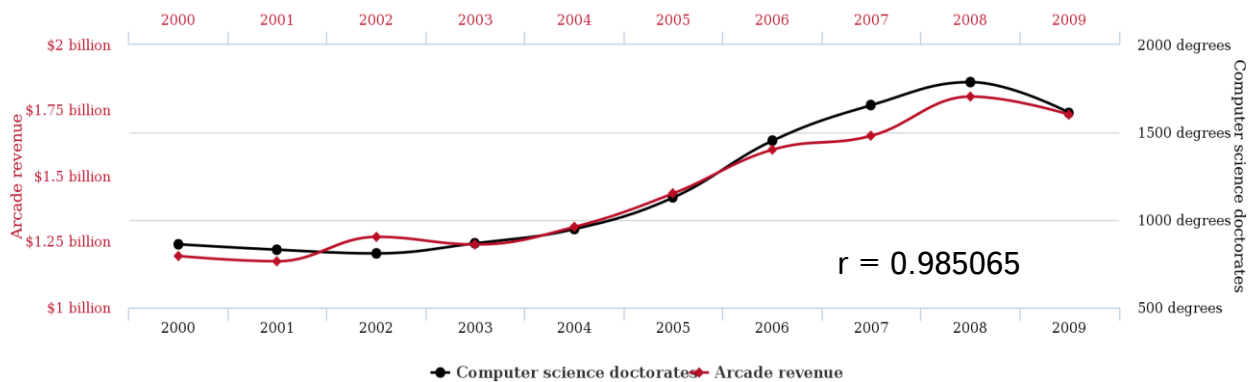
Correlación y causalidad



© 2005 www.xkcd.com

Correlación y causalidad

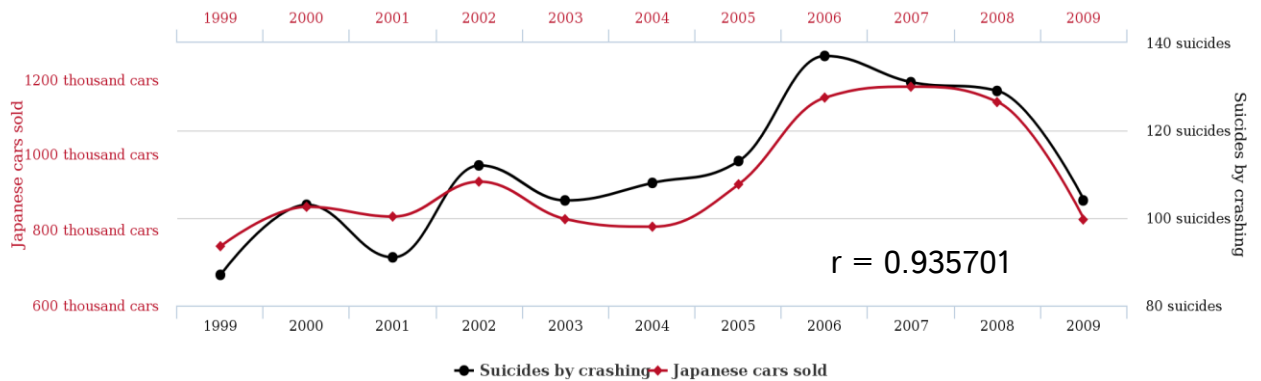
Total revenue generated by arcades
correlates with
Computer science doctorates awarded in the US



tylervigen.com

Correlación y causalidad

Japanese passenger cars sold in the US
correlates with
Suicides by crashing of motor vehicle



tylervigen.com

Datos cuantitativos en ciencias sociales: ¿son cualitativos? (y viceversa)

Juicios al elaborarlos

- Cómo definirlos
- Cómo distinguirlos
- Cómo construir indicadores
- Cómo asegurar que se entienden
- Contextos de uso
- Limitaciones culturales/idioma

Juicios al usarlos

- Cómo de bien mide el concepto
- Fiabilidad
- Apropiado para el contexto
- Apropiado para los participantes

Imagen: abacustaxes.com

Unidad de análisis

Individuos
Grupos
Artefactos
Unidades geográficas
Interacciones sociales
...

Componentes de un estudio de investigación

Problema de investigación



- Muy general
- Formulación

Pregunta de investigación



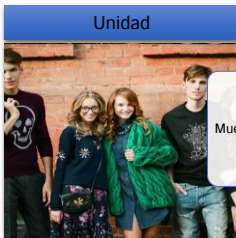
- Concreta el problema
- Se enmarca en teoría
- Se operacionaliza en hipótesis

Programa



- Representa la causa
- Constructos

Unidad



Muestreo

Resultados

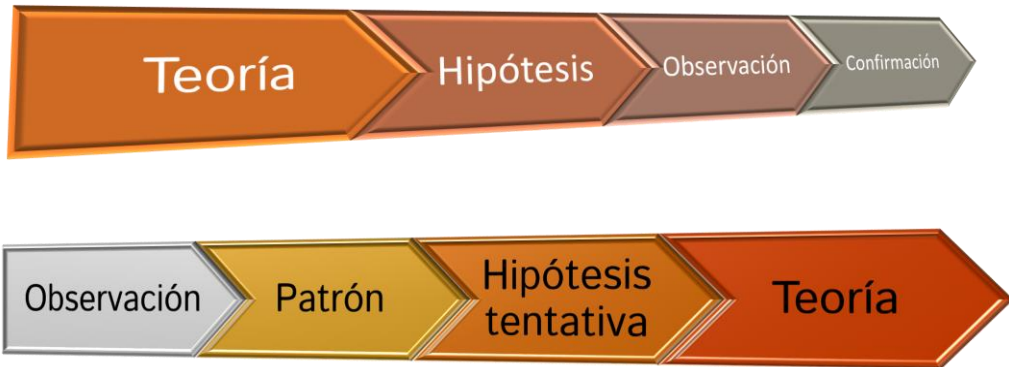


Efectos

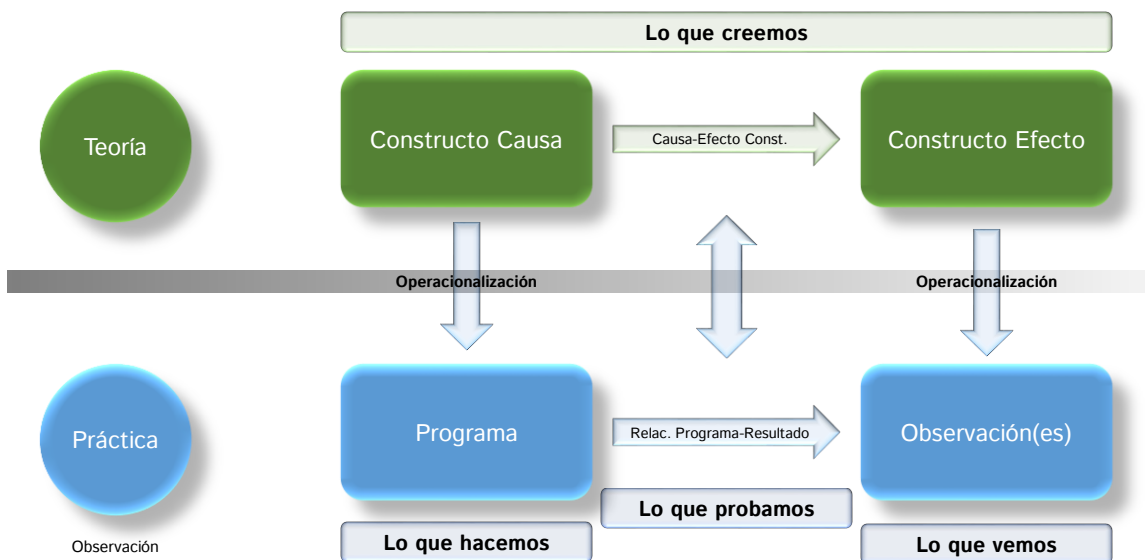
Diseño



Deducción vs. Inducción



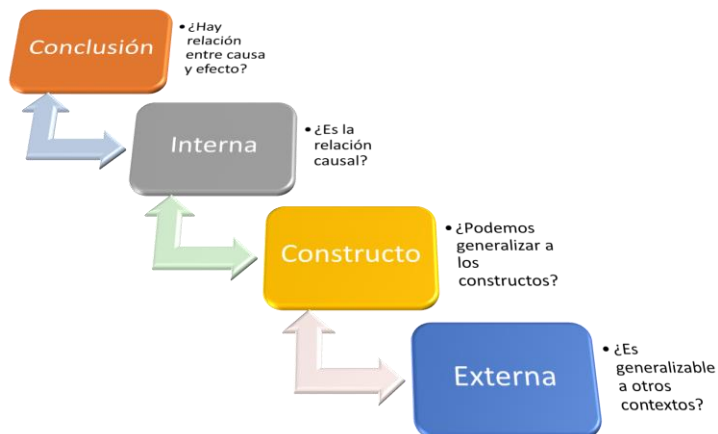
Validez



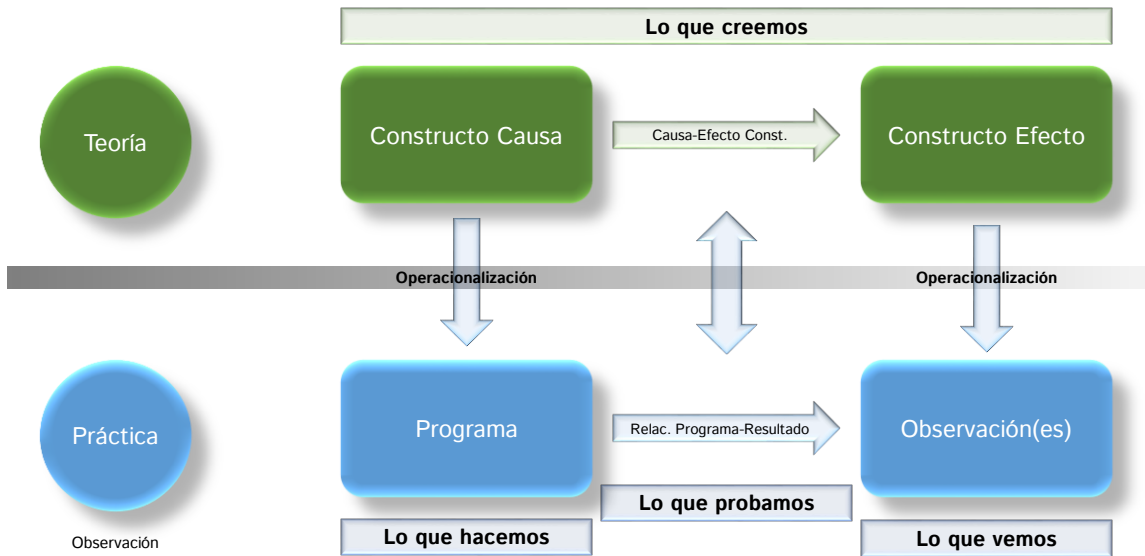
Validez

En este estudio...

Validez (tomar con cautela)



Validez



Validez externa

Modelado de la muestra
 Identificación para **generalización**
 Similaridad proximal
 Contextos de generalización: tiempo, lugar, personas, contexto

Muestreo aleatorio* (pero de verdad) para mejorarla

*No confundir con asignación aleatoria

Imagen: feministphilosophers.wordpress.com



Muestreo

¿A quién queremos generalizar el estudio?

Imagen: jetpack.me

Población objetivo



©Creative Commons NASA

Población objetivo



Imagen: esa.int

Población objetivo



Imagen: islamicpain.tv

Muestreo

¿A quién podemos acceder?

Imagen: jetpack.me

**Población del
estudio**

Imagen: jetpack.me

Muestreo

¿A quién seleccionamos?

Imagen: jetpack.me

Muestra

Imagen: jetpack.me



Muestreo probabilístico: muestreo aleatorio

Muestreo aleatorio simple:
Excel (=ALEATORIO())

Muestreo aleatorio estratificado:
Muestreo simple con grupos homogéneos
Mayor representatividad

Muestreo aleatorio sistemático:
Orden aleatorio
Selección cada n puestos

Muestreo aleatorio de área (clúster)



Muestreo no probabilístico

En general, considerado menos riguroso

Accidental (muestreo de conveniencia)
Disponibilidad

Intencional
Bueno para muestra definida
Sobrerrepresentación

Instancia modal
Casos típicos
Muestreo de expertos (panel)
Muestreo de cuota: proporcional o no* proporcional
Muestreo de heterogeneidad
Muestreo bola de nieve



Imagen: pixar.wikia.com

* Equivalente a estratificado, pero no probabilístico



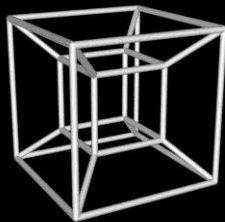
Imagen: Jodie Barringer Myers

Medida



Imagen: www.cqacademy.com

Validez del constructo



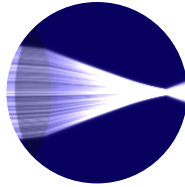
Tipos de validez

Traducción



“Pinta” y contenido

Convergente



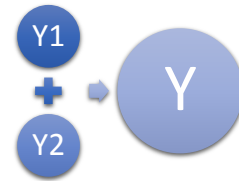
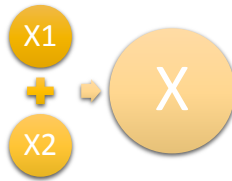
Alta correlación

Discriminante



Baja correlación

Validez convergente y discriminante



	X1	X2	Y1	Y2
X1	1,000	0,931	0,121	0,051
X2	0,931	1,000	0,090	0,106
Y1	0,121	0,090	1,000	0,955
Y2	0,051	0,106	0,955	1,000

Amenazas a la validez del constructo

Preoperacionalización
Explicación

Sesgo mono-operación
Sesgo mono-método

Efectos de interacción
entre tratamientos

Amenazas sociales

“Adivinar hipótesis”
Aprensión a la evaluación
Deseabilidad social
Método común

Imagen: forums.heroesofnewerth.com

Fiabilidad del instrumento de medida



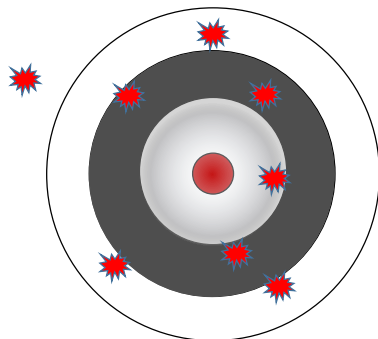
Teoría del valor verdadero

$$\text{Valor observado} = \text{Valor verdadero} + \text{Error}$$

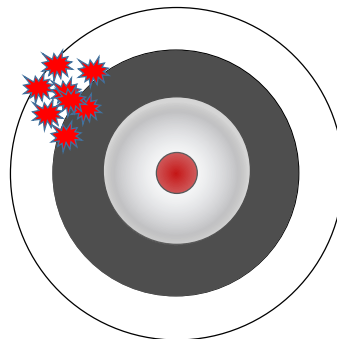
(medible) (estimable)

Error

Aleatorio



Sistemático



La fiabilidad es consistencia, reproducibilidad



Tipos de fiabilidad

Inter-observador (grado de acuerdo)

Test-retest

Formularios paralelos

Consistencia interna

Correlación inter-ítem media

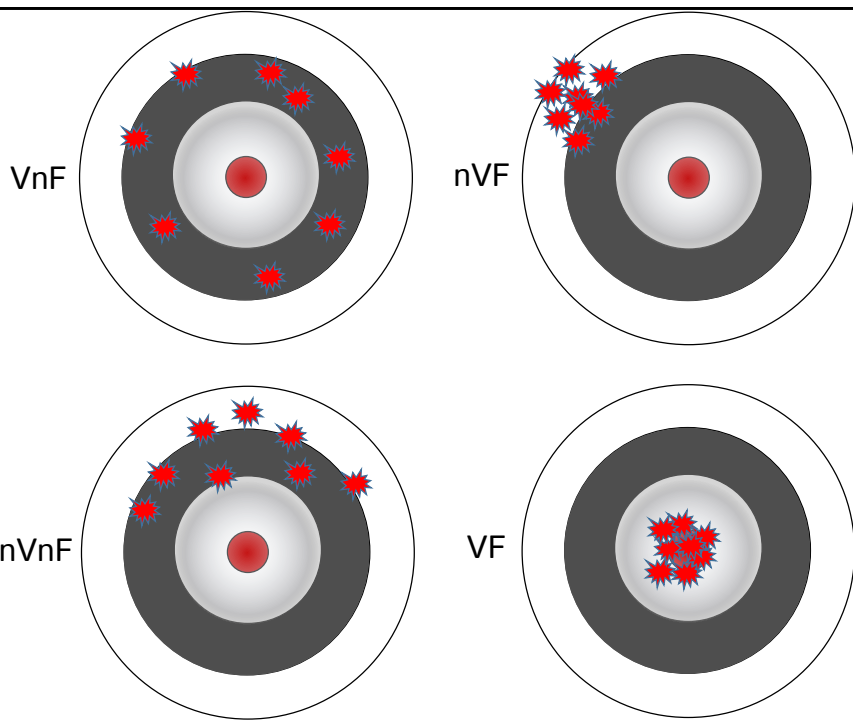
Correlación ítem-total media

Split-half

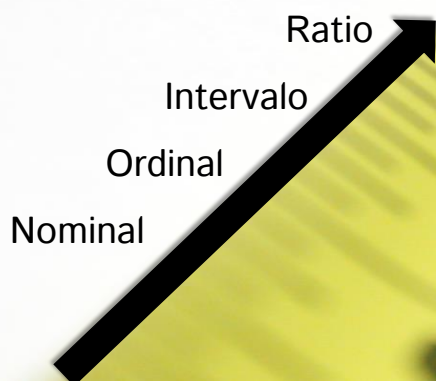
Alfa de Cronbach



Validez y fiabilidad



Niveles de medida: Escalas





Tipos de encuestas: Cuestionarios y entrevistas

Imagen: oasishr.com

Cuestionarios y entrevistas: ventajas y desventajas

Issue	Questionnaire			Interview	
	Group	Mail	Drop-Off	Personal	Phone
Are Visual Presentations Possible?	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Are Long Response Categories Possible?	Yes	Yes	Yes	???	No
Is Privacy A Feature?	No	Yes	No	Yes	???
Is the Method Flexible?	No	No	No	Yes	Yes
Are Open-ended Questions Feasible?	No	No	No	Yes	Yes
Is Reading & Writing Needed?	???	Yes	Yes	No	No
Can You Judge Quality of Response?	Yes	No	???	Yes	???
Are High Response Rates Likely?	Yes	No	Yes	Yes	No
Can You Explain Study in Person?	Yes	No	Yes	Yes	???
Is It Low Cost?	Yes	Yes	No	No	No
Are Staff & Facilities Needs Low?	Yes	Yes	No	No	No
Does It Give Access to Dispersed Samples?	No	Yes	No	No	No
Does Respondent Have Time to Formulate Answers?	No	Yes	Yes	No	No
Is There Personal Contact?	Yes	No	Yes	Yes	No
Is A Long Survey Feasible?	No	No	No	Yes	No
Is There Quick Turnaround?	No	Yes	No	No	Yes

www.socialresearchmethods.net

Aspectos a tener en cuenta



Población

Enumerable ("encontrable")
Alfabetización
Idioma
Cooperación
Restricciones geográficas

Preguntas

Tipo
Complejidad
Filtrado (requisitos)
Secuenciación
Longitud
Respuestas largas

Muestra

Accesibilidad
Quién responde
Tasas de respuesta

Contenido

Conocimientos previos
Consulta registros

Sesgos

Método
Deseabilidad
Falsos participantes

Administrativos

Costes
Tiempo
Instalaciones
Personal disponible

Imagen: oasishr.com

Cómo crear una encuesta



1. Determinar el contenido, alcance y propósito de las preguntas.
2. Elegir el formato de respuestas.
3. Formulación de las preguntas.

Imagen: oasishr.com

Tipos de preguntas



Dicotómicas.

Niveles de medida: nominal, ordinal (preferencias), intervalo (Likert), diferencial semántico, Guttman (acumulativa).

Preguntas filtro (condicionales).

No más de dos niveles.

Gráfico de salto.

Imagen: oasishr.com

Escalas

A close-up, diagonal view of a yellow ruler with black markings. The numbers 4, 5, and 6 are visible on the ruler. The ruler is slightly out of focus, with the background being a plain white surface.

Asignación de objetos a números,
de acuerdo a una regla

Escalas

Thurstone

Likert

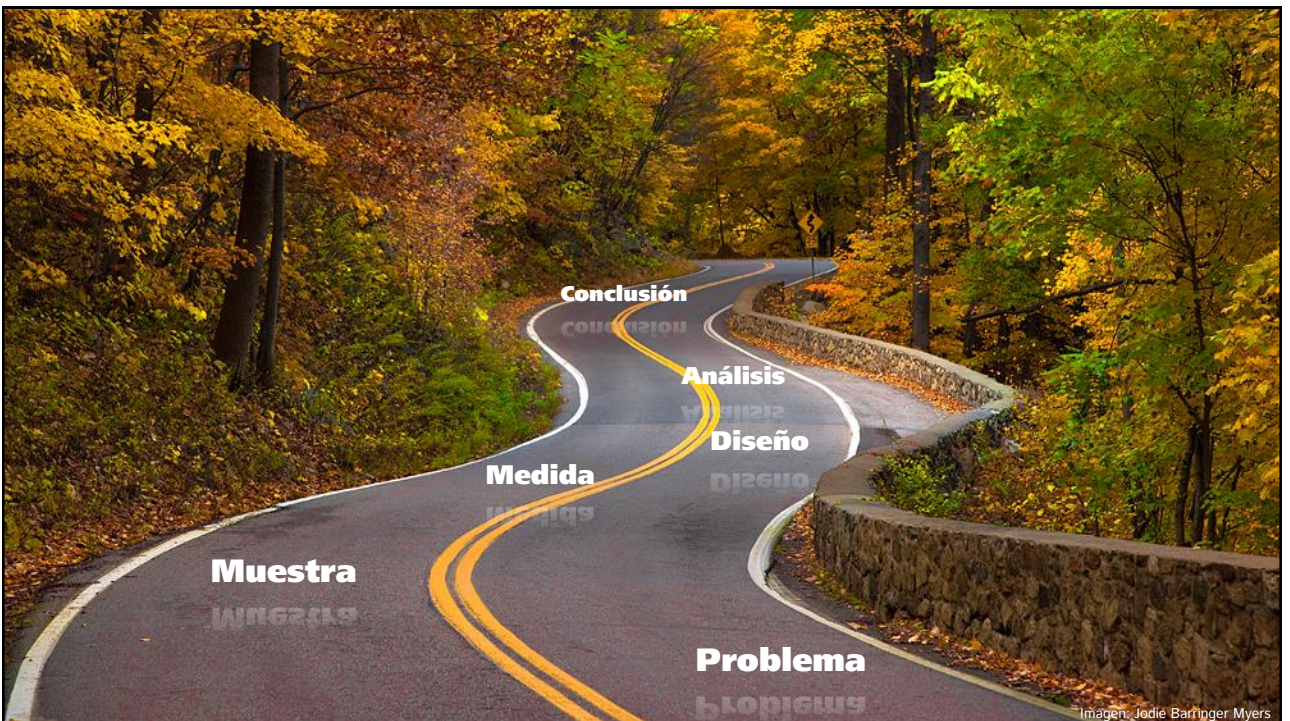
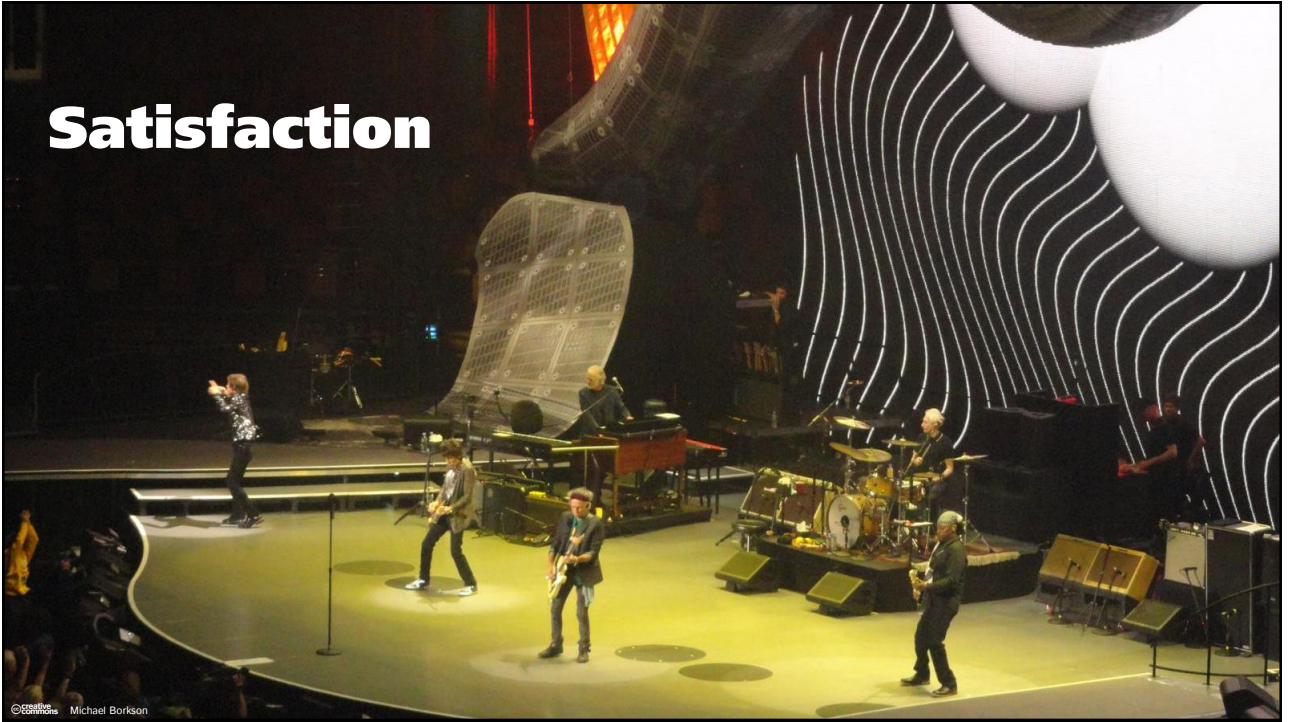
Pretest

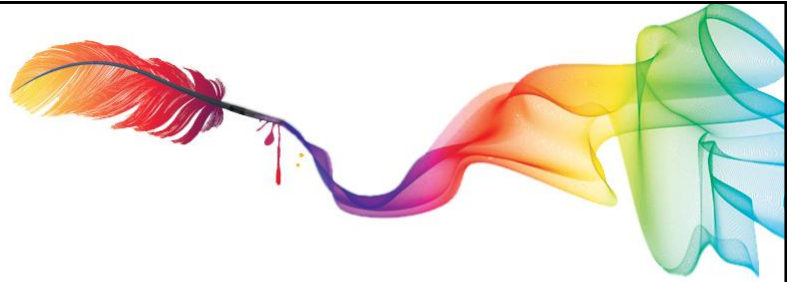
Guttman

Escalas

Dimensionalidad

Satisfaction





Diseño de la investigación

Imagen: www.yourbusybee.com

Causa y efecto

Validez interna

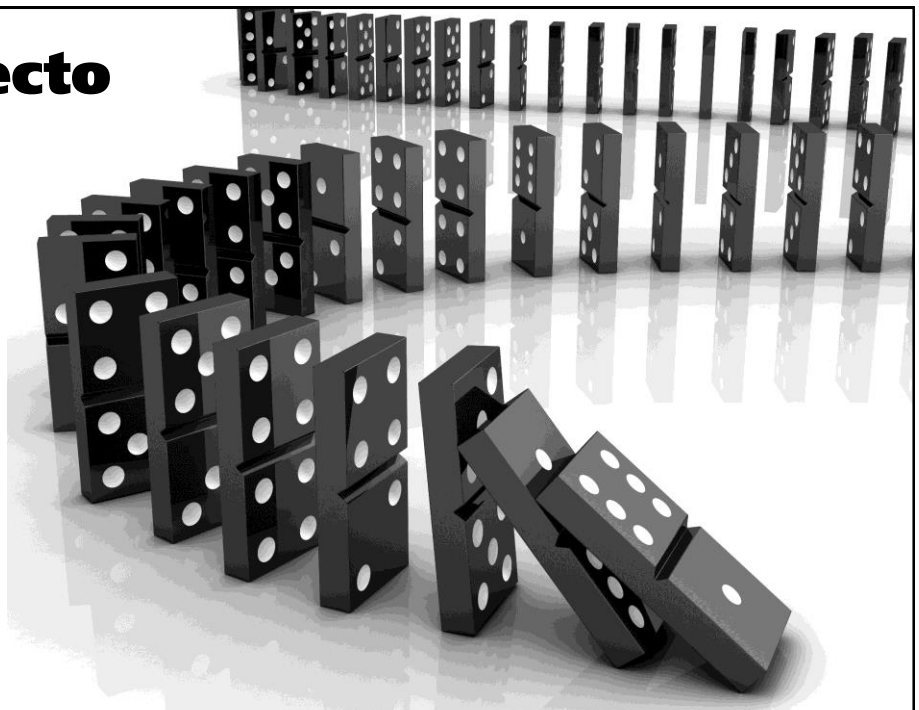
Aproximación a
la veracidad
acerca de inferencias
en relaciones causales

Precedencia temporal

Covariación causa-
efecto

Sin explicaciones
alternativas

Grupos de control



Grupo simple vs. múltiples grupos

Posttest y pretest-posttest

Grupos de control (pre-post)

Amenazas grupo simple

Amenazas múltiples grupos

Historia

Selección-Historia

Maduración

Selección-Maduración

Testeo (sólo pre-post)

Selección-Testeo (sólo pre-post)

Instrumentación (sólo pre-post)

Selección-Instrumentación (sólo pre-post)

Mortalidad

Selección-Mortalidad

Regresión (a la media)

Selección-Regresión (a la media)



Múltiples grupos

Los grupos deben ser comparables

Experimento aleatorio (verdadero)

Diseños cuasi-experimentales



Diseño de investigación

Observaciones/medidas (O) Ejemplo: pre-post

Tratamiento/programa (X)

[Grupos]

[Asignación a grupos]

Aleatoria (R)

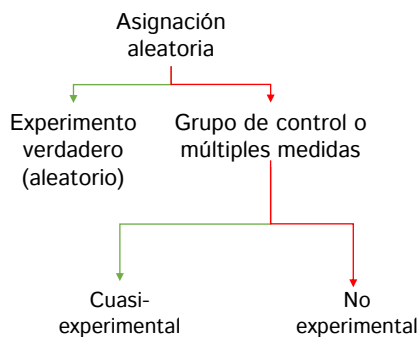
Grupos no equivalentes (N)

Corte (C)

R	O	X	O
R	O		O

Imagen: www.yourbusybee.com

Tipos de diseño



R	X	O
R		O

Diseño experimental aleatorizado (sólo posttest)

N	O	X	O
N	O		O

Diseño cuasi-experimental
Grupos no equivalentes (pretest-posttest)

R	O	X	O
R	O		O

Diseño experimental aleatorizado (pretest-posttest)

X	O
---	---

No experimental (sólo posttest)

Diseño experimental

Mayor robustez
validez interna

Si X, entonces Y
Si no X, entonces no Y

La asignación aleatoria
es clave

Equivalencia probabilística

Equilibrio validez interna
vs. validez externa

Imagen: islamsalem1.blogspot.com

Diseño experimental: Dos grupos (básico)

R	X	O
R		O

Grupos equivalentes

Estamos interesados en determinar si los dos grupos son diferentes tras el programa (tratamiento).

T-test (o equivalente)
ANOVA
Regresión

Amenazas:
Selección-Mortalidad (tasas abandono)

Imagen: islamsalem1.blogspot.com



Diseños experimentales

El objetivo es
maximizar la **SNR**

Imagen: www.enacademic.com



Diseños factoriales

Maximizar la señal

Imagen: www.enacademic.com

Diseños factoriales

Ejemplo:

Efecto del tiempo de estudio y del lugar:

R	X_{11}	O
R	X_{12}	O
R	X_{21}	O
R	X_{22}	O

Posibles resultados...

Imagen: www.enacademic.com

Diseños factoriales

Sin efectos

		Tiempo		
		1	2	
Lugar	1	5	5	5
	2	5	5	5
		5	5	

Efectos de interacción

		Tiempo		
		1	2	
Lugar	1	5	5	5
	2	5	7	6
		5	6	

		Tiempo		
		1	2	
Lugar	1	7	5	6
	2	5	7	6
		6	6	

Efectos principales

		Tiempo		
		1	2	
Lugar	1	5	7	6
	2	5	7	6
		5	7	

		Tiempo		
		1	2	
Lugar	1	5	5	5
	2	7	7	7
		6	6	

		Tiempo		
		1	2	
Lugar	1	5	7	6
	2	7	9	8
		6	8	

Imagen: www.enacademic.com

Diseño en bloques aleatorizados y diseños de covarianzas

Minimizar el ruido

Imagen: www.enacademic.com

Bloques aleatorizados

Equivalente a muestreo
aleatorio estratificado

Homogéneos

R	X	O
R	X	O
R	X	O
R	X	O

Heterogéneos

Imagen: www.enacademic.com

Diseños de covarianzas

ANCOVA

R	O	X	O
R	O		O

Permite eliminar heterogeneidad causada por covariables.
Ejemplo: ajuste del posttest para variabilidad en pretest.

Imagen: www.enacademic.com

Diseños cuasi-experimentales

¿Inferiores?

Creative Commons USDA

Diseño de grupos no equivalentes

N	O	X	O
N	O		O

Los grupos deben ser tan similares como sea posible...

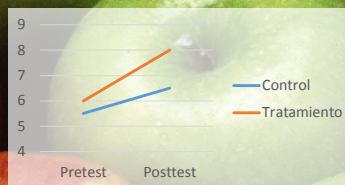
... pero no podemos estar seguros de que sean comparables

Amenazas:
Selección

Selección-Historia
Selección-Maduración
Selección-Testeo (solo pre post)
Selección-Instrumentación (solo pre post)
Selección-Mortalidad
Selección-Regresión (a la media)

Creative Commons USDA

Diseño de grupos no equivalentes



Amenazas:
Selección

Selección-Historia
Selección-Maduración
Selección-Testeo
Selección-Instrumentación
Selección-Mortalidad
Selección-Regresión (a la media)

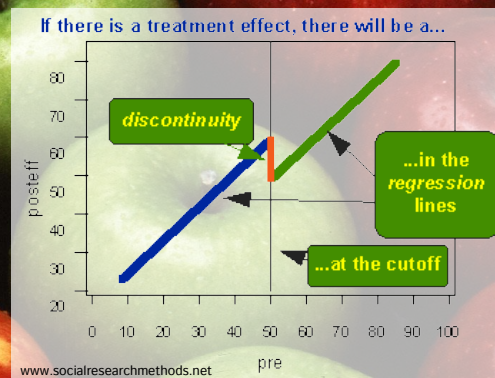
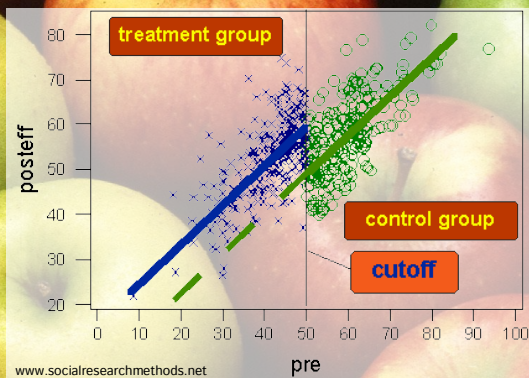
Creative Commons USDA

Diseño de regresión discontinua

Asignación basada en umbral de puntuación en medida antes del programa

C	O	X	O
C	O		O

Diseño de regresión discontinua



Diseño de regresión discontinua

Necesitan 2.75 veces el número de participantes
de un experimento aleatorio
(para el mismo nivel de precisión estadística)

© Statista USDA

Reduciendo amenazas a la validez

DEFCON

5 4 3 2 1



Imagen: wiki.cantara.no

Reduciendo amenazas a la validez

1. Argumentación



Imagen: wiki.cantara.no

Reduciendo amenazas a la validez

2. Medidas/observaciones



Imagen: wiki.cantara.no

Reduciendo amenazas a la validez

3. Diseño

Evitar explicaciones alternativas (p.ej., añadir grupos, medidas...)



Imagen: wiki.cantara.no

Reduciendo amenazas a la validez

4. Análisis

Ajustes (p.ej., abandono)



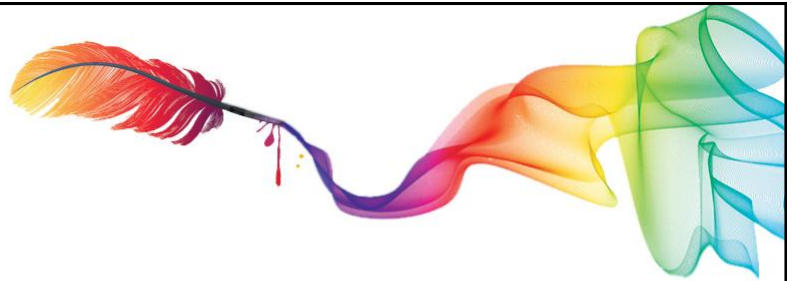
Imagen: wiki.cantara.no

Reduciendo amenazas a la validez

5. Acciones preventivas



Imagen: wiki.cantara.no



Reglas del buen diseño

Imagen: www.yourbusybee.com



1. Fuerte base teórica

Imagen: www.yourbusybee.com



2. Reflejar el contexto

(competición, interacciones...)

Imagen: www.yourbusybee.com



3. Realizable

Imagen: www.yourbusybee.com



4. Redundante

Imagen: www.yourbusybee.com



5. Eficiente

Imagen: www.yourbusybee.com

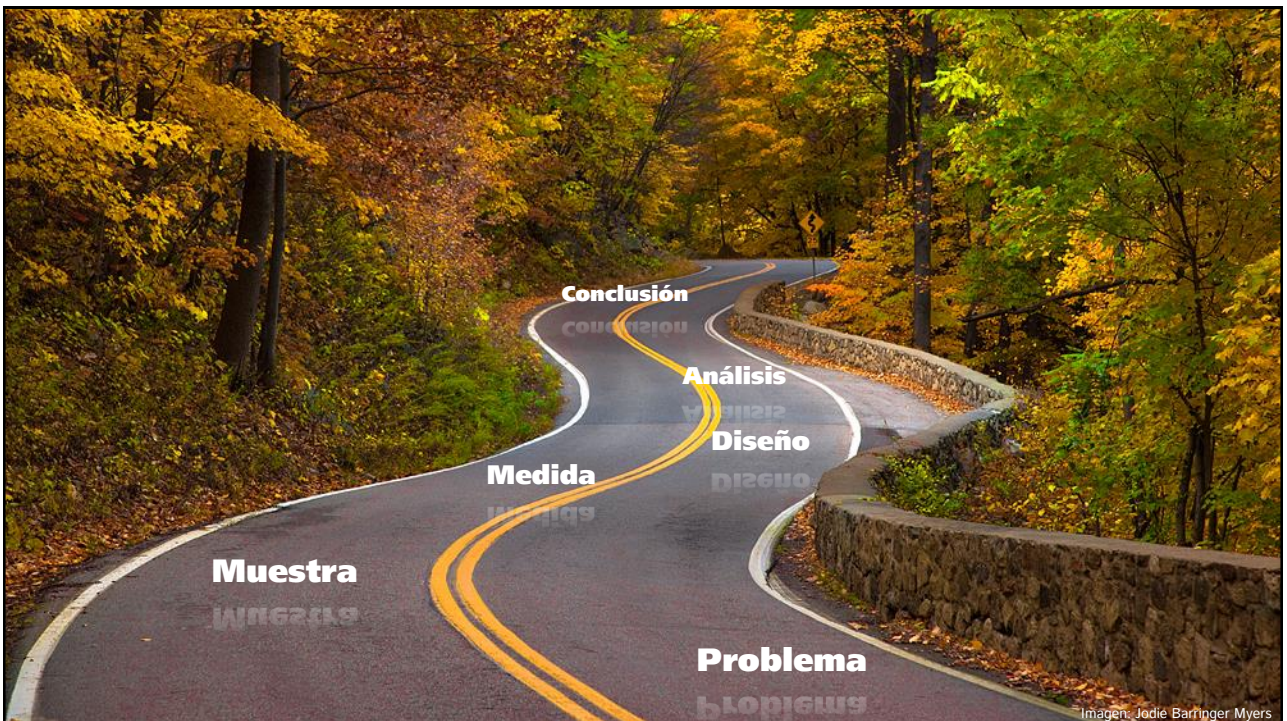


Imagen: Jodie Barringer Myers

Análisis

1. Preparación de los datos
2. Descripción de los datos (estadística descriptiva)
3. Contraste de hipótesis y modelos (estadística inferencial)

Imagen: blog.udacity.com



Validez de las conclusiones

The End

- Posibles amenazas
1. Hay relación pero concluimos que no
 2. No hay relación pero concluimos que sí

Imagen: powerlisting.wikia.com

¿Por qué podemos errar?

1. Violar las suposiciones de los test estadísticos
2. “Ir de pesca”
3. Fiabilidad de las medidas
4. Fiabilidad del programa
5. Heterogeneidad de los participantes

Imagen: powerlisting.wikia.com

Potencia estadística



© Canva 365psd

*Probabilidad de que la hipótesis nula sea rechazada
cuando la hipótesis alternativa es verdadera*

Potencia estadística



© Canva 365psd

*Probabilidad de que la hipótesis nula sea rechazada
cuando la hipótesis alternativa es verdadera*

Componentes

1. Tamaño de la muestra
2. Tamaño del efecto
3. Nivel de significación

Potencia estadística

	H_0 verdadera, H_1 falsa. En realidad... <ul style="list-style-type: none"> • No existe relación • No hay diferencia • Nuestra teoría es errónea 	H_0 falsa, H_1 verdadera. En realidad... <ul style="list-style-type: none"> • Sí hay relación • Sí hay diferencia • Nuestra teoría es correcta
Aceptamos H_0 , rechazamos H_1 Decimos... <ul style="list-style-type: none"> • "No hay relación" • "No hay diferencias" • "Nuestra teoría es errónea" 	$1-\alpha$ (e.g., .95) NIVEL DE CONFIANZA Las probabilidades de decir que no hay relación o diferencias cuando en realidad no existen. Las probabilidades de correctamente no confirmar nuestra teoría. <i>El 95% de las veces, cuando no hay efecto, diremos que éste no existe</i>	β (e.g., .20) ERROR DE TIPO II Las probabilidades de decir que no hay relación o diferencias cuando en realidad sí existen. Las probabilidades de no confirmar nuestra teoría cuando es cierta. <i>El 20% de las veces, cuando hay un efecto diremos que no existe</i>
Rechazamos H_0 , aceptamos H_1 Decimos... <ul style="list-style-type: none"> • "Sí hay relación" • "Sí hay diferencia" • "Nuestra teoría es correcta" 	α (e.g., .05) ERROR DE TIPO I (NIVEL DE SIGNIFICACIÓN) Las probabilidades de decir que sí hay relación o diferencias cuando en realidad no existen. Las probabilidades de confirmar incorrectamente nuestra teoría. <i>El 5% de las veces, cuando no hay efecto nosotros diremos que sí</i>	$1-\beta$ (e.g., .80) POTENCIA Las probabilidades de decir que sí hay relación o diferencias cuando sí existen. Las probabilidades de confirmar que nuestra teoría es correcta. <i>En el 80% de los casos, cuando decimos que existe un efecto, es que éste existe</i>

Inferencia estadística





t

P

NP

Mayor potencia estadística
Estimaciones más precisas

Más robustas

**Cuando se cumplen
las suposiciones**

t

Student Welch Mann-Whitney Wilcoxon

Análisis más habituales

	Diseño	Técnica
Análisis experimental	Experimento aleatorizado 2 grupos sólo posttest	t-test, ANOVA
	Experimento factorial	ANOVA
	Bloques aleatorizados	ANOVA (con bloqueo)
	Covarianzas	ANCOVA
Análisis cuasi-experimental	Grupos no equivalentes	ANCOVA con corrección de fiabilidad
	Regresión discontinua	Regresión polinómica

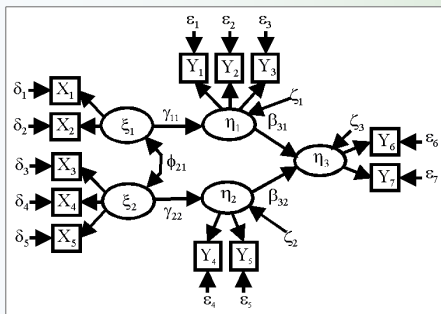
... y variantes NP

¿Y las regresiones?



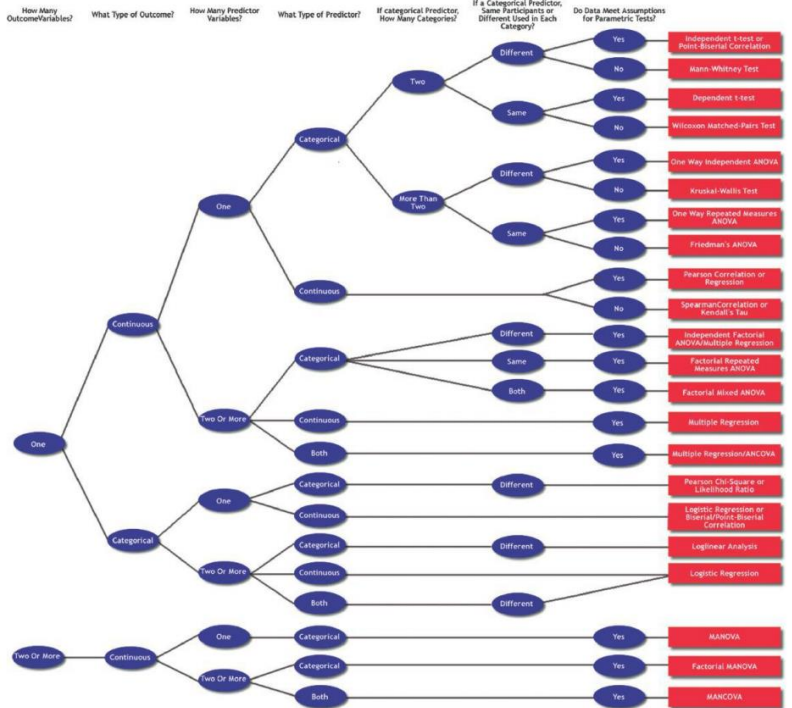
Imagen: clockworkconservative.wordpress.com

Modelos más complejos



CB-SEM
(PLS-SEM)

Reglas selección técnicas análisis (Field, 2013)



Reglas selección técnicas análisis multivariante (Hair et al., 2010)

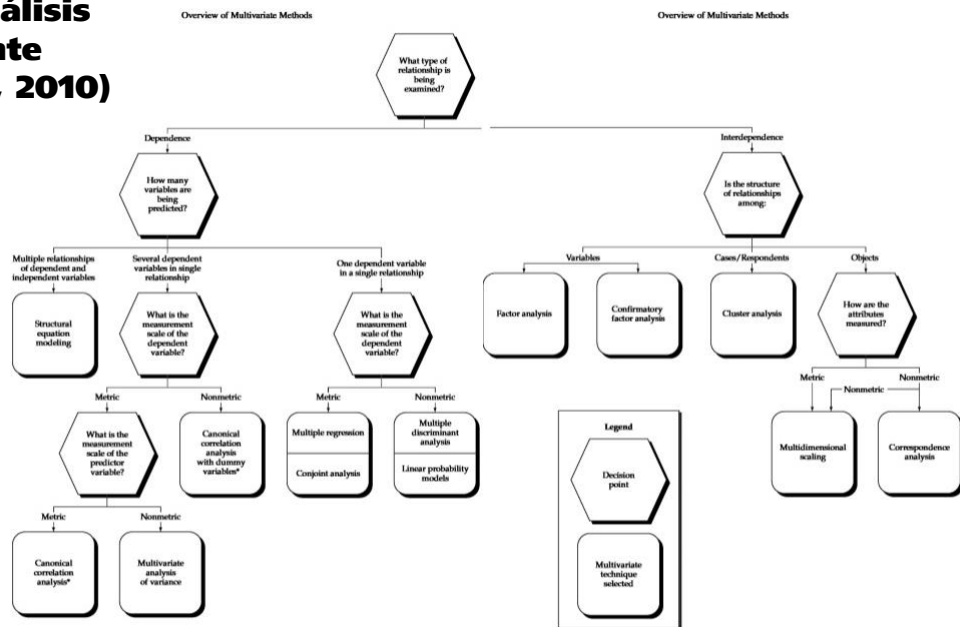


FIGURE 1 Selecting a Multivariate Technique



That's all Folks!

Imagen: www.threespiresbrewing.com